

Ilmarinta koirilla ja kissoilla -kirjallisuuskatsaus

Riikka Lintulahti

Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma

Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto 2020



Tiedekunta - Fakultet – Faculty		Osasto - Avdelning – Department	
Eläinlääketieteellinen		Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto	
Tekijä - Författare – Author			
Riikka Lintulahti			
Työn nimi - Arbetets titel – Title			
Ilmarinta koirilla ja kissoilla -kirjallisuuskatsaus			
Oppiaine - Läroämne – Subject			
Pieneläinsisätautien oppiaine			
Työn laji - Arbetets art – Level		Aika - Datum – Month and year	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages
Kirjallisuuskatsaus		05/2020	24 + liite 4 sivua
Tiivistelmä - Referat – Abstract			
<p>Ilmarinta tarkoittaa patologista ilman kertymistä keuhkopussin onteloon. Vamman aiheuttamat ilmarinnat ovat koirilla ja kissoilla yleisimpiä, mutta myös monet sairaudet voivat olla ilmarinnan taustalla. Keuhkopussissa oleva ilma estää keuhkoja laajentumasta normaalilla tavalla sisäänhengityksen aikana. Mitä enemmän ilmaa keuhkopussiin kertyy, sitä enemmän keuhkot painuvat kasaan ja eläimen hengitys vaikeutuu. Hengityksen vaikeutuminen on eläimelle epämiellyttävää, lisää sen kokemaa stressiä, heikentää sen yleisvointia ja voi johtaa kuolemaan.</p> <p>Ilmarinta luokitellaan sen syntyvän mukaan spontaaniin eli ilman ulkoista vammaa syntyneeseen tai traumaattiseen eli vamma-peräiseen. Traumaattisiin ilmarintoihin luetaan myös hoidosta johtuvat, eli iatrogeeniset ilmarinnat. Ilmarinta voi olla avoin tai suljettu riippuen siitä, onko keuhkopussin ontelosta yhteys ulkoilmaan. Spontaani ilmarinnat ovat usein suljettuja, traumaattiset voivat olla avoimia tai suljettuja. Jänniteilmarina muodostuu, kun jokin rakenne toimii yksisuuntaisen venttiilin tavoin päästäen ilmaa keuhkopussin onteloon sisäänhengitysvaiheessa, mutta ei sieltä pois uloshengitysvaiheessa. Jänniteilmarina on aina hätätilanne ja voi hoitamattomana johtaa nopeasti eläimen kuolemaan.</p> <p>Traumaattinen ilmarinta syntyy koirilla ja kissoilla yleensä puremavammojen tai muiden rintaontelon ja kaulan alueelle osuvien keuhkopussin läpäisevien haavojen seurauksena. Traumaattinen ilmarinta voi syntyä myös kovasta iskusta esimerkiksi eläimen joutuessa auton töytäisemäksi tai pudotessa korkealta. Iatrogeenisia ilmarintoja on todettu esimerkiksi hengitysputken käytön yhteydessä, liian suurella paineella suoritettujen ventiloimien seurauksena ja rintaontelon sisäisen näytteenoton jälkeen. Spontaani ilmarinta johtuu koirilla yleisimmin keuhkokudokseen tai keuhkojen pintarakenteeseen kehittyneen ilmapussin revetessä keuhkopussin onteloon. Muita spontaanin ilmarinnan aiheuttajia kissoilla ja koirilla ovat muun muassa kasvainsairaudet, tulehdukselliset tilat ja loistartunnat. Kissoilla astma voi aiheuttaa ilmarinnan.</p> <p>Ilmarinnan diagnosointi alkaa esitiedoista ja eläimen yleistutkimuksesta. Varmimmin ilmarinnan tunnistaa yleistutkimuksessa vaimentuneista hengityksäänistä ilmarinnan alueella rintaontelon yläosissa. Suositeltuja jatkotutkimuskeinoja ilmarinnan havaitsemiseksi ja sen syyn selvittämiseksi ovat röntgen-, ultraääni- ja tietokonetomografiatutkimukset. Ilmarintaa sairastava koira tai kissa hoidetaan ilmarinnan aiheuttaneen syyn ja ilmarinnan vakavuuden perusteella joko konservatiivisesti tai kirurgisesti. Torakosenteesillä eli rintaontelopistolla poistetaan vapaata ilmaa keuhkopussista. Jos rintaontelopisto ei riitä ilman poistamiseen keuhkopussista, asetetaan eläimelle rintaonteloimu. Kirurgisia ilmarinnan hoitotapoja ovat torakoskopia eli rintaontelon tähytys ja torakotomia eli rintaontelon avausleikkaus. Tärkein ilmarintaa sairastavan koiran tai kissan ennusteeseen vaikuttava tekijä on ilmarinnan aiheuttanut syy.</p> <p>Tässä kirjallisuuskatsauksessa esitellään ilmarinnan syntyyn koirilla ja kissoilla johtavia syitä, tärkeimpiä diagnosointikeinoja sekä hoitotoimia. Kirjallisuuskatsauksen on tarkoitus olla tiivis tietolähde helpottamaan ilmarinnan tunnistamista, vakavuuden arviointia ja tarvittavien toimenpiteiden valintaa koirilla ja kissoilla.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Ilmarinta, pneumothorax, keuhkopussi, pleuraontelo, koira, kissa, torakosenteesi, pleuraimu, torakotomia, torakoskopia,			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktör och ledare – Director and Supervisor(s)			
Johtaja: Prof. Thomas Spillmann Ohjaajat: ELT Henna Laurila, ELT Helka Heikkilä			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 KIRJALLISUUSKATSAUS.....	2
2.1 Määritelmä.....	2
2.2 Etiologia.....	3
2.2.1 Traumaattinen ilmarinta.....	3
2.2.2 Spontaani ilmarinta.....	4
2.3 Diagnostiikka.....	6
2.3.1 Esitiedot ja yleistutkimuslöydökset.....	6
2.3.2 Röntgenkuvaus.....	8
2.3.3 Ultraäänitutkimus.....	10
2.3.4 Tietokonetomografia.....	11
2.4 Hoito ja ennuste.....	12
2.4.1 Ensiapu.....	12
2.4.1.1 Torakosenteesi.....	13
2.4.1.2 Pleuraimu.....	14
2.4.2 Torakoskopia.....	15
2.4.3 Torakotomia.....	16
2.4.4 Hoitomuodon valinta ja ennuste.....	16
3 POHDINTA.....	18
4 LÄHTEET.....	20

1 JOHDANTO

Ilmarinta tarkoittaa patologista tilaa, jossa ilmaa kertyy keuhkopussin onteloon (Pawloski ja Broaddus 2010). Ilmarinnan syntymisen taustalla voi koiralla tai kissalla olla useita eri syitä. Vamman aiheuttamat ilmarinnat ovat yleisimpiä, mutta myös monet sairaudet voivat olla ilmarinnan taustalla (Pawloski ja Broaddus 2010). Aina ilmanrinnan aiheuttajaa ei saada selville. Keuhkopussissa oleva ilma vie tilaa keuhkoilta ja estää niitä laajenemasta normaalilla tavalla sisäänhengityksen aikana (López 2007). Mitä enemmän ilmaa kertyy, sitä enemmän keuhkot painuvat kasaan (López 2007). Ilmarinta vaikeuttaa eläimen hengitystä. Lieväkin hengityksen vaikeutuminen on eläimelle epämiellyttävää, se lisää eläimen kokemaa stressiä ja heikentää sen yleisvointia. Vakava hengitysvaikeus voi hoitamattomana johtaa eläimen kuolemaan (Tseng ja Waddell 2000).

Tässä kirjallisuuskatsauksessa esitellään ilmarinnan syntyyn koirilla ja kissoilla johtavia syitä, tärkeimpiä diagnosointikeinoja sekä hoitotoimia. Kirjallisuuskatsauksen on tarkoitus olla tiivis tietolähde helpottamaan ilmarinnan tunnistamista, vakavuuden arviointia ja tarvittavien toimenpiteiden valintaa kissoja ja koiria työssään hoitaville eläinlääkinnän ammattilaisille sekä muille asiasta kiinnostuneille.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Määritelmä

Keuhkopussi on keuhkoja ympäröivä kaksilehtinen herakalvorakenne (König ja Liebich 2004). Sen elintenpuoleinen kalvo eli viskeraalinen pleura peittää keuhkoja, kun taas rintaontelon seinämänpuoleinen kalvo eli parietaalinen pleura peittää rintaontelon seinämää, palleaa ja välikarsinan eli mediastinummin rakenteita (König ja Liebich 2004). Näiden kalvojen eli pleuran lehtien väliin jäävää tilaa kutsutaan keuhkopussin onteloksi eli pleuraonteloksi. Pleuraontelossa on vain ohut kerros nestettä vähentämässä kitkaa, kun lehdet liukuvat toisiaan vasten eläimen rintaontelon laajentuessa ja supistuessa hengitysrytmin mukaan. Tämän ohuen nestefilmin tehtävä on myös pitää pleuran lehdet tiiviisti lähellä toisiaan (Kramek ja Caywood 1987). Herakalvo tuottaa pleuraontelon nesteen ja pystyy absorboimaan nesteitä ja kaasuja pienissä määrin (López 2007, Pawloski ja Broaddus 2010). Normaalitilanteessa eläimen pleuraontelossa on negatiivinen paine, joka mahdollistaa keuhkojen laajentumisen rintaontelon laajetessa sisäänhengitysvaiheessa (López 2007, Pawloski ja Broaddus 2010).

Ilmarinta tarkoittaa ilman kertymistä pleuraonteloon. Ilmarinta estää keuhkoja laajenemasta normaalisti sisäänhengitysvaiheessa, kun ilma pleuraontelossa heikentää nestefilmin koheesiovoimaa, negatiivinen paine muuttuu positiiviseen suuntaan ja pleuran lehdet pääsevät irtoamaan toisistaan (Kramek ja Caywood 1987, López 2007, Pawloski ja Broaddus 2010). Koirilla vasen ja oikea pleuraontelo ovat jossain määrin yhteydessä toisiinsa välikarsinan kautta toisin kuin ihmisillä, joten ilmarinta vaikuttaa usein molempien keuhkojen toimintaan (König ja Liebich 2004, Pawloski ja Broaddus 2010). Kissoilla se on myös mahdollista, mutta harvainaista. Myös toispuoleista ilmarintaa esiintyy. (Pawloski ja Broaddus 2010).

Ilmarinta luokitellaan sen syntyvän mukaan spontaaniin eli ilman ulkoista vammaa syntyneeseen tai traumaattiseen eli vammaperäiseen (Kramek ja Caywood 1987, López 2007, Pawloski ja Broaddus 2010). Traumaattisiin ilmarintoihin luetaan myös hoidosta johtuvat, eli iatrogeeniset ilmarinnat. Ilmarinta voi olla avoin tai suljettu riippuen siitä,

onko pleuraontelosta yhteys ulkoilmaan. Spontaanit ilmarinnat ovat usein suljettuja, traumaattiset voivat olla avoimia tai suljettuja (Kramek ja Caywood 1987).

Jänniteilmarinta muodostuu, kun jokin rakenne toimii yksisuuntaisen venttiilin tavoin päästäen ilmaa pleuraonteloon sisäänhengitysvaiheessa, mutta ei pois sieltä uloshengitysvaiheessa (Kramek ja Caywood 1987, López 2007). Jänniteilmarinta on aina hätätilanne, sillä se etenee nopeasti pleuraontelon täyttyessä ilmalla lisää jokaisella hengenvedolla. Jänniteilmarinnassa eläimen rintaontelo laajenee niin paljon kuin mahdollista, minkä jälkeen sisäänhengitysliikettä ei voi enää tehdä (Pawloski ja Broaddus 2010). Rintaontelon sisäisen paineen kasvaessa keuhkot painuvat kasaan ja veren laskimopaluu sydämeen vaikeutuu. Seuraa hypoksemia, kardiovaskulaarinen sokki ja lopulta kuolema (Pawloski ja Broaddus 2010).

2.2 Etiologia

Ilmarinnan etiologia eli aiheuttajasyys on joko traumaattinen tai spontaani. Traumaattinen ilmarinta syntyy ulkoisen vamman seurauksena, kun taas spontaanin ilmarinnan aiheuttaja on elimistön sisäinen rakenteellinen ja toiminnallinen muutos.

2.2.1 Traumaattinen ilmarinta

Ilmarinta koirilla ja kissoilla on yleisimmin traumaattista alkuperää (Kramek ja Caywood 1987, McCarthy 1999). Se syntyy ulkoisen vamman, kuten purema-, ampuma-, pisto-, repeämä- tai viiltohaavojen seurauksena (Kramek ja Caywood 1987, Pawloski ja Broaddus 2010). Haavojen seurauksena syntyneet ilmarinnat ovat tavallisesti avoimia. Koirilla ja kissoilla esiintyy ilmarintaa myös voimakkaiden iskujen seurauksena kuten eläimen tullessa potkituksi, jäädessä auton alle tai pudotessa korkealta (Pawloski ja Broaddus 2010). Ilmarinta on yleisin liikenneonnettomuudessa syntyneistä rintaontelovammoista koirilla (Parry ja Lamb 2010). Voimakkaasta iskusta johtuva ilmarinta voi olla avoin tai suljettu. Suljetun ilmarinnan arvellaan siinä tapauksessa syntyvän äkillisestä keuhkojen supistumisesta johtuvasta keuhkojen sisäisen ilmanpaineen noususta, mikä rikkoo alveolirakennetta ja viskeraalista pleuraa ja saa ilman vuotamaan pleuraonteloon (Pawloski ja Broaddus 2010)

Iatrogeeninen eli lääkärin aiheuttama tai hoidosta johtuva ilmarinta voi syntyä usean toimenpiteen, kuten rintaonteloimun laitton tai poiston, torakosenteesin, torakotomian tai palleatyräpotilaan abdomenin avauksen yhteydessä (Kramek ja Caywood 1987). Potilaan ventiloiminen liian suurella paineella voi aiheuttaa ilman vuotamista pleuraonteloon, erityisesti, jos potilaan keuhkoissa on rakenteellisia heikkouksia, jotka eivät kestä yhtä suurta ilmanpainetta kuin terve keuhkokudos (Pawloski ja Broaddus 2010). Myös henkitorven tai ruokatorven puhkeamisen seurauksena ilmaa voi päästä pleuraonteloon. Tällaisia tapauksia on raportoitu ainakin henkitorven vierasesineen poiston yhteydessä (Zambelli 2006), intubaatiossa kissoilla (Mitchell ym. 2000) sekä trakeo- ja bronkoskopian yhteydessä (Pawloski ja Broaddus 2010). Myös nenänieluletkun virheellisen asennuksen on raportoitu aiheuttaneen ilmarinnan koirilla (Gladden 2013, Giordano ym. 2014). Zekas ym. (2005) totesivat tutkimuksessaan keuhkoleesioiden ohutneula- ja biopsianäytteenotosta 27%:lla potilaista (koiria, kissoja ja puuma) ilmarinnan toimenpiteen jälkeen. Minihanin ym. (2004) tutkimuksessa koirien ja kissojen kroonisen palleatyrän leikkaushoidosta ilmarinta oli yleisin leikkauksen komplikaatio.

2.2.2 Spontaani ilmarinta

Primääriä spontaania ilmarintaa ei ole raportoitu koirilla tai kissoilla (Karmek ja Caywood 1987, Liu ja Silverstein 2014). Tosin määritelmässä on eroavaisuuksia eri lähteiden välillä. Yleensä kyseessä on sekundaarinen spontaani ilmarinta, jolloin taustalla on jokin altistava tekijä, kuten keuhkolaajentuma, keuhkoveritulppa, kasvainsairaus, bakterielli tai paiseinen keuhkotulehdus tai loisinfektio, joka rikkoo keuhkokudoksen rakennetta ja viskeraalista pleuraa päästäen ilman vuotamaan pleuraonteloon (Kramek ja Caywood 1987, Puerto ym. 2002, Lipscomb ym. 2003, Liu ja Silverstein 2014). Ilmarinnan taustalla olevia loisia on raportoitu olevan ainakin *Dirofilaria immitis* koirilla (Oliveira ym. 2010) ja kissoilla (Smith ym. 1998), *Paragonimus kellicotti* koirilla ja kissoilla (Pechman 1980) ja *Aelurostrongylus abstrusus* kissoilla (Barrs ym. 1999). Myös elimistössä vaeltaneen ruohonvihneen ja männynneulasen on raportoitu aiheuttaneen spontaanin ilmarinnan koirilla (Puerto ym. 2002).

Yleisin sekundaarisen spontaanin ilmarinnan aiheuttaja koiralla on bullan tai blebin repeäminen, josta seuraa hengitysilman vuotaminen keuhkosta pleuraonteloon (Brissot ym. 2003, Au ym. 2006). Joissain lähteissä bullan tai blebin repeämisen aiheuttama

spontaani ilmarinta luokitellaan primääriksi, mikäli bullan tai blepin muodostuman taustalla olevaa syytä ei saada selville (Lipscomb ym. 2003, Mooney ym. 2012). Bulla tarkoittaa laajentunutta yhtenäistä ilmatilaa keuhkokudoksessa, joka muodostuu alveolien rakenteen rikkoutuessa, kun taas bleb on pienempi ilmakuplamainen tai rakkulamainen rakenne viskeraalisen pleuran kerrosten välissä (Lipscomb ym. 2003, Au ym. 2006). Bullan ja blepin erottaminen toisistaan ulkonäön perusteella tai jopa histologisesti on joskus mahdotonta (Reetz ym. 2012). Revenneiden bullien ja blebien aiheuttamaa spontaania ilmarintaa tavataan yleisimmin keskikokoisilla ja suurilla koirilla (Puerto ym. 2002, Lipscomb ym. 2003). Siperianhuskyt ovat joissain tutkimuksissa olleet tässä ryhmässä ylliedustettuina (Puerto ym. 2002).

Kissoilla yleisin todettu spontaanin ilmarinnan altistava tekijä on astma (Cooper ym. 2003, Liu ja Silverstein 2014), mutta myös koiralla on raportoitu ilmarinta astman tyyllisen reaktiivisen bronkoneumopatian seurauksena (Boudreau ym. 2013). Astmaattisen kohtauksen aikana ilmaa voi kertyä keuhkojen perifeerisiin osiin uloshengityksen obstruktion takia ja paineen kasvaessa ilma vuotaa pleuraonteloon. Mikäli astmaattinen kissa, jolla on hengitysvaikeuksia, ei vastaa anti-inflammatoriseen ja hengitysteitä laajentavaan lääkeykseen, olisi se syytä tutkia myös ilmarinnan varalta (Cooper ym. 2003, Liu ja Silverstein 2014). Muita kissoilla spontaania ilmarintaa aiheuttavia tekijöitä ovat erilaiset kasvainsairaudet, tulehdukselliset tilat ja loisinfektiot (Cooper ym. 2003, Liu ja Silverstein 2014). Myös bronkopulmonaarinen dysplasia on raportoitu bullamuodostuksen ja spontaanin ilmarinnan taustalla kissalla (Milne ym. 2010). Spontaani ilmarinta on ylipäätään kissoilla harvinainen (Cooper ym. 2003, Liu ja Silverstein 2014).

2.3 Diagnostiikka

Ilmarinta on mahdollisesti henkeä uhkaava tila, joten sen nopea diagnosointi ja ensiapu voi pelastaa eläimen hengen ja helpottaa merkittävästi muista samanaikaisista vammoista ja sairauksista toipumista (Kramek ja Caywood 1987, Lisciandro ym. 2008, Liu ja Silverstein 2014). Ensiavun ja eläimen stabiloinnin jälkeen on jatkettava tutkimuksia ilmarinnan syyn selvittämiseksi, jotta sen toistumista voidaan välttää ja saadaan tietoa parhaan mahdollisen hoitotavan valitsemiseksi (Kramek ja Caywood 1987, Lipscomb ym. 2003, Reetz ym. 2012, Dancer ym. 2019). Esitiedot ja yleistutkimus auttavat akuutin hoidontarpeen määrittelyssä ja antavat myös viitteitä mahdollisesta aiheuttajasta (Kramek ja Caywood 1987, Hamlin 2000). Ilmarinnan todentamiseen ja syyn selvittämiseen sopivia diagnostiikkakeinoja ovat röntgenkuvaus, ultraäänitutkimus, tietokonetomografia, sekä rintaontelon tähystystutkimus eli torakoskopia ja avausleikkaus eli torakotomia, joista tähystyksellä ja avausleikkauksella voidaan samalla korjata ilmarinnan aiheuttaneita vuotokohtia. Myös ensiapuna tarvittaessa tehtävä torakosenteesi eli rintaontelopisto voi toimia sekä hoitona että diagnosointikeinona (Pawloski ja Broadus 2010). Torakoskopia, torakotomia ja torakosenteesi käsitellään luvussa 2.4.

2.3.1 Esitiedot ja yleistutkimuslöydökset

Ilmarinnan mahdollisuus on syytä ottaa huomioon aina, kun eläimen esitiedoissa on haavoja kaulan tai rintaontelon alueella tai voimakas törmäys esimerkiksi eläimen pudotessa korkealta tai joutuessa auton töytäisemäksi (Kramek ja Caywood 1987). Myös äskettäin suoritettut invasiiviset toimenpiteet rintaontelon alueella kuuluvat ilmarinnan mahdollisiin esitietoihin (Kramek ja Caywood 1987, Zekas ym. 2005), kuten myös aiemmin todettu ilmarinta, joka on voinut uusiutua (Liu ja Silverstein 2014). Eläimillä voi myös olla ainoana esitietona äkisti tai hiljalleen kehittynyt hengitysvaikeus tai rasituksensietokyvyn lasku (Kramek ja Caywood 1987, Lipscomb ym. 2003, Mooney ym. 2012). Aun ym. (2006) tutkimuksessa hoitoon hakeutumisen pääsyynä oli hengitysvaikeus (8/12) tai hengitysvaikeus yhdistettynä oksenteluun (3/12) koirilla, joilla todettiin spontaani ilmarinta. Lipscombin ym (2003) tutkimuksessa muita spontaaniin ilmarintaan liittyneitä oireita olivat yleistynyt väsymys, ruokahaluttomuus, apaattisuus ja

yskä. Kissoilla esitiedoissa esiintyy koiria yleisemmin yskää ja aivastelua (Liu ja Silverstein 2014).

Ilmarintaa potevilla koirilla ja kissoilla on yleensä kuvailtu oireina noussut hengitystiheys ja vaikeutunut hengitys erityisesti sisäänhengitysvaiheessa (Hamlin 2000, Mooney ym. 2012). Sigrist ym (2011) eivät kuitenkaan todenneet tutkimuksessaan hengitystiheyden nousun olevan merkki pleuraontelon ongelmista. Sen sijaan he löysivät tieteellisesti merkittävät yhteydet sekä epäsynkronisen että käänteisen hengitystavan ja pleuraonteloon kohdistuvien sairauksien välillä. Epäsynkroninen hengitystapa tarkoittaa tilannetta, jossa sisäänhengityksen aikana rintaontelo laajenee kuten kuuluu, mutta vatsaontelo vetäytyykin sisäänpäin (Sigrist ym. 2011). Käänteisessä hengitystavassa sekä rintaontelo että vatsaontelo vetäytyvät sisäänpäin sisäänhengityksessä ja laajenevat uloshengityksessä (Sigrist ym. 2011). Ilmarinnasta kärsivät eläimet eivät yleensä mielellään mene makuulle, jos pystyvät seisomaan (Hamlin 2000). Rintakehä voi olla laajentunut. Erityisesti paineilmarinnan tapauksessa rintakehä saattaa olla tynnyrimäisen laaja, eikä hengitysliikkeitä ole juurikaan nähtävissä (Kramek ja Caywood 1987). Useiden vierekkäisten kylkiluiden murtuminen voi näkyä niin kutsuttuna varstarintana (flail chest). Tämä näkyy paradoksaalisena hengitysliikkeenä vauriokohdassa: sisäänhengityksessä varstarinta imeytyy sisäänpäin ja uloshengityksessä pullistuu ulospäin. Varstarinta pahentaa hengityksen vajaatoimintaa pienentämällä hengitystilavuutta (Parry ja Lamb 2010).

Auskultoidessa todetaan vaimeat hengityssäät ilmarinnan alueella ja hyperresonanssia perkussiotestissä, kun ilma pleuraontelossa muodostaa kaikukammion. (Hamlin 2000, Kramek ja Caywood 1987). Perkussiotestiä käytetään myös erottamaan pleuraontelossa oleva ilma nestesisällöstä, sillä pleuraonteloon kertynyt neste tuottaa kylkeä koputellessa kaiuttoman äänen (Hamlin 2000). Vaimentuneet hengityssäät olivat Sigristin ym (2011) tutkimuksessa yhdistettynä epäsynkronoituun tai käänteiseen hengitystapaan lähes varma merkki pleuraonteloon kohdistuvasta ongelmasta. Trakeasta hengityssäät kuuluvat kuitenkin normaalisti (Hamlin 2000). Kissoilla on kuvattu myös kovia tai karkeita hengityssääniä spontaanin ilmarinnan yhteydessä (Mooney ym. 2012, Liu ja Silverstein 2014), mikä johtunee sen etiologiasta kissoilla. Sydänäänet kuuluvat usein huonosti ja verenpaineen laskun myötä ääreispulssi on heikentynyt (Kramek ja Caywood 1987). Sydämen lyöntiheys voi olla noussut (Lipscomb ym. 2003). Limakalvot voivat olla

vaaleat tai jopa sinertävät hapenpuutteen ja verenkierron heikkenemisen vuoksi (Kramek ja Caywood 1987). Palpaatiossa voidaan todeta nahanalaista ilmaa, murtuneita kylkiluita, vatsaontelon elinten siirtyneisyyttä palleatyrän vuoksi, penetroivia vierasesineitä, haavoja, ruhjeita tai kasvainmassoja (Kramek ja Caywood 1987).

Ilmarinta ei aiheuta spesifisiä muutoksia potilaan veriarvoissa (Lipscomb ym. 2003), mutta taustasyystä ja hengitysvaikeuden vakavuudesta riippuen voidaan havaita tulehdusarvojen nousua, stressileukogrammi ja muutoksia peruselin-arvoissa, elektrolyyteissä sekä hypokseemiaa verikaasuanalyysissä (Kramek ja Caywood 1987). Liun ja Silversteinin (2014) tutkimuksessa spontaania ilmarintaa potevista 10:stä testatusta kissasta yhdeksällä oli kohonnut aspartaattiaminotransferaasi (ASAT) -arvo.

2.3.2 Röntgenkuvaus

Röntgenkuvaus on erittäin hyvä tutkimusmenetelmä ilmarinnan toteamiseen (Kramek ja Caywood 1987, Au ym. 2006, Parry ja Lamb 2010). Se vaatii kuitenkin usein eläimen kiinnipitoa, mikä voi olla hengitysvaikeuksiselle eläimelle hyvin stressaavaa (Parry ja Lamb 2010). Hengitysvaikeudesta kärsivä eläin on yritettävä stabiloida ennen kuvausta (Parry ja Lamb 2010). Rintaontelon röntgenkuvauksessa tulisi aina ottaa kuvat vähintään kolmesta suunnasta eli molemmilta kyljiltä (lateraalikuvat) ja eläimen ollessa mahallaan tai selällään (dorsoventraali- tai ventrodorsaalikuva eli DV- tai VD-kuva), jotta saadaan riittävästi informaatiota elinten koosta ja sijainnista ja erityisesti leesioden koosta, sijainnista ja tyypistä (Parry ja Lamb 2010). Hengitysvaikeudesta kärsivän eläimen pitäminen selällään saattaa pahentaa tilannetta entisestään, joten se on joskus kuvattava mahallaan (Parry ja Lamb 2010). Kaasu erottuu röntgenkuvassa mustana, kun taas pehmytkudos erottuu harmaan sävyinä ja luukudos vaalean harmaana tai lähes valkoisena. Kaasu pleuraontelossa lisää pehmyt- ja luukudosten erottuvuutta ja saattaa siirtää pehmytosia pois normaalilta paikaltaan. Ilmarinnan tyypillisiä löydöksiä rintaontelon röntgenkuvissa on laajentunut pleuraontelo, lateraalikuvassa nähtävä sydämen nouseminen irti rintalastasta ja DV/VD -kuvassa kokoon painunut keuhko tai sen osia normaalia vaaleampana ja pienempänä mustaa taustaa vasten (Kramek ja Caywood 1987, Pawloski ja Broaddus 2010). Toispuoleisessa ilmarinnassa nähdään DV/VD -kuvassa välikarsinan eli mediastinum siirtyminen pois keskilinjasta kohti pienemmän paineen

puolta (Kramek ja Caywood 1987, Pawloski ja Broaddus 2010). Esimerkkiröntgenkuvat ovat liitteessä 1.

Röntgentutkimuksen herkkyyttä voidaan parantaa käyttämällä horisontaalista kuvaussuuntaa yleisimmin käytössä olevan vertikaalisen röntgensädesuunnan lisäksi (Lynch ym. 2011, Dancer ym. 2019). Lynchin ym (2011) tutkimuksessa horisontaalisella kuvaussuunnalla otettu VD -kuva eläimen maatesa oikealla kyljellään oli varmin ilmarinnan todentamisessa.

Ilmarinnan aiheuttajan selvittäminen röntgenkuvan perusteella on haasteellista erityisesti spontaanin ilmarinnan ollessa kyseessä (Kramek ja Caywood 1987, Au ym. 2006). Tietokonetomografia (computed tomography eli CT) on tällöin parempi valinta. Aun ym. (2006) tutkimuksessa, jossa vertailtiin 12 spontaania ilmarintaa sairastavan koiran löydöksiä, röntgentutkimuksella havaittiin altistavia syitä eli bullia ja blebejä vain kahdella koiralla, kun CT -tutkimuksessa niitä löytyi yhdeksällä koiralla 12:sta. Lipscombin ym (2003) tutkimuksessa vain yhdeltä koiralta 12:sta löytyi yksi bullamuutos röntgenkuvauksessa ja siltäkin koiralta niitä löytyi torakotomian yhteydessä useita lisää. Rissedala ym. (2008) totesivat, että tappelu- ja ampumavammojen aiheuttamia kehon seinämävaurioita ei voida riittävällä tarkkuudella arvioida pelkällä röntgentutkimuksella. Röntgentutkimuksella voidaan kuitenkin havaita palleatyrä melko luotettavasti ja nopeasti, mikäli pleuraontelossa ei ole ilman lisäksi runsaasti nestettä, eikä tyrä ole aivan minimaalinen (Minihan ym. 2004, Parry ja Lamb 2010). Myös röntgentiiviit vierasesineet sekä kasvainmassat, loisrakkulat ja paiseet ovat usein nähtävissä (Pechman 1980, Lipscomb ym. 2003). Röntgenkuvaus on syytä toistaa, mikäli jo vakaaksi saadun eläimen tila huononee, sillä muutokset rintaontelossa voivat olla eteneviä (Parry ja Lamb 2010).

2.3.3 Ultraäänitutkimus

Ultraäänitutkimuksen etuja ilmarinnan diagnostiikassa on sen nopeus, tarkkuus, toistettavuus ja se, ettei tutkittavaa eläintä tarvitse rauhoittaa tutkimusta varten (Lisciandro ym. 2008, Lisciandro 2011, Boysen ja Lisciandro 2013). TFAST (Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma) on pieneläinten rintaontelon tylppien ja penetroivien traumojen yhteydessä mahdollisesti esiintyvän ilmarinnan nopeaan toteamiseen kehitetty ultraäänidiagnostiikkaprotokolla, joka on johdettu ihmisten vastaavasta tutkimuksesta (Lisciandro ym. 2008, Lisciandro 2011, Boysen ja Lisciandro 2013). Sen herkkyys ilmarinnan toteamisessa on kokemattomallakin ultraajalla erittäin hyvä (Lisciandro 2011). Walters ym (2018) tulivat kuitenkin tutkimuksessaan siihen johtopäätökseen, että TFAST -tekniikalla ilmarinnan toteaminen vaatii kokeneen ultraajan. TFAST-tekniikan avulla voidaan suorittaa nopea akuuttipotilaan hoidontarpeen kiireellisyyden arviointi (Triage) (Lisciandro 2011). Eläin on tutkimuksen ajan mieluiten rinnan päällä tai seisomassa, mutta tutkimus voidaan suorittaa myös kyljellään makaavalle potilaalle, mikäli sillä ei havaita vakavaa hengitysvaikeutta (Boysen ja Lisciandro 2013). Hengitysvaikeudesta kärsivää eläintä ei saa pitää selällään. TFAST -tutkimuksessa rintaontelo ultrataan viidestä kohtaa: 7.-9. kylkiluuvälistä kyljen uloimmalta kohdalta dorsolateraalisesti ja 5.-6. kylkiluuvälistä ventrolateraalisesti molemmilta kyljiltä. Viides kuvauskohta on mahan alla keskilinjassa juuri miekkalisäkkeen takana viistosti kohti keuhkoja. Ilmarinnan toteamiseen pystyssä olevalla eläimellä voi riittää dorsolateraalinen ultraus, koska ilma nousee pleuraontelossa ylöspäin (Boysen ja Lisciandro 2013). Koska ultraääni ei läpäise ilmaa, keuhkokudoksen liikkeet sen liukuessa rintaontelon seinämää vasten eläimen hengittäessä (glide sign) eivät näy ilmarinnan alueella. Ilmarinnan vakavuuden määrittämiseen käytetään tekniikkaa, jossa ultraäänianturia liikutetaan eläimen kylkeä pitkin eläimen ollessa rinnan päällä ylhäältä alaspäin etsien kohtaa, jossa keuhkokudos tulee näkyviin (Lisciandro 2011). Mitä kauempana rintaontelon dorsaaliosasta keuhko tulee näkyviin, sen vakavammasta ilmarinnasta on kyse. Massiivisen ilmarinnan ollessa kyseessä keuhkokudosrajaa ei nähdä ollenkaan (Lisciandro 2011). Koska ultraäänitutkimus on helposti toistettavissa, voidaan sen avulla myös luotettavasti seurata ilmarinnan mahdollista kehittymistä rintaonteloon kohdistuneen operaation jälkeen tai todetun ilmarinnan pahentumista tai paranemista (Lisciandro ym. 2008, Lisciandro 2011, Boysen ja Lisciandro 2013).

Ultraäänitutkimuksen heikkous ilmarinnan syyn etsinnässä on se, ettei sillä voida tutkia kuin aivan keuhkokudoksen perifeerisiä muutoksia, sillä ultraääni ei läpäise ilmaa sisältävää keuhkokudosta. Ilma tulee ennen tutkimusta tyhjentää pleuraontelosta joko torakosenteesillä tai pleuraimulla, jotta keuhkon pintarakenteet erottuvat. Keuhkojen ultraäänitutkimuksen suorittamiseen ja kuvatulkintaan tarvitaan myös runsaasti kokemusta, jotta tutkimus on diagnostinen ilmarinnan etiologian selvittämisessä. Ultraääniohjauksessa voidaan ottaa mahdollisista muutosalueista ohutneulanäytteitä ja koepaloja.

2.3.4 Tietokonetomografia

Tietokonetomografia (computed tomography eli CT) on röntgentutkimusta herkempi ilmarinnan havaitsemisessa. Dancerin ym. (2019) vertailevassa tutkimuksessa röntgenkuvauksella havaittiin 16:sta CT-kuvauksella diagnosoidusta koiran ilmarinnasta vain 10, vaikka heillä oli tutkimuksessaan käytössä myös horisontaalinen kuvaussuunta. Potilaan stabiloinnin jälkeen CT-kuvaus on erinomainen ilmarinnan diagnosoinnissa ja auttaa myös syyn selvittämisessä (Au ym. 2006, Dancer ym. 2019).

Aiheuttajadiagnoosin teon helpottamiseksi ennen CT-kuvausta tulisi pleuraontelo tyhjentää kaasusta ja tarvittaessa asettaa jatkuva pleuraimu, mikäli kaasua edelleen kertyy (Au ym. 2006, Reetz ym. 2013). Jatkuva pleuraimu mahdollistaa positiivisella paineella ventiloinnin, mikä parantaa potilaan anestesiaturvallisuutta ja helpottaa kuvatulkintaa, kun keuhkot saadaan ilmantäyteisiksi (Au ym. 2006). CT-kuvaus on röntgenkuvausta herkempi menetelmä löytämään bullia ja blepejä ja se helpottaa kirurgisen lähestymistavan suunnittelua (Au ym. 2006). Reetzin ym. (2013) tutkimuksessa kuitenkin todettiin, että myös CT-kuvauksessa bullia ja blebejä jää löytymättä, joten se ei korvaa huolellista eksploratiivista torakotomiaa ilmarinnan altistavan syyn diagnosoinnissa. Au ym. (2006) tulivat omassa tutkimuksessaan samaan johtopäätökseen, vaikka olivatkin optimistisempia CT-kuvauksen herkkyyden suhteen.

Ultraäänitutkimusta paremmaksi ilmarinnan etiologian selvittelyssä CT-kuvauksen tekee se, että sillä voidaan kuvantaa koko rintaontelo, eli myös keuhkojen syvemmät osat, luustoiset rakenteet ja välikarsinan rakenteet, jolloin voidaan paremmin arvioida rintaonteloa myös muiden vaurioiden varalta. Erityisesti murtuneiden kylkiluiden

havaitseminen on tärkeää, sillä tukemattomina ne voivat aiheuttaa lisävaurioita ja olla erittäin kipeitä (Dancer ym. 2019). Myös CT-kuvauksella voidaan ohjata näytteenottoa rintaontelon sisäisistä muutoksista.

Tietokonetomografiaa ei ole kuitenkaan pidetty sopivana akuutista hengitysvaikeudesta kärsivälle potilaalle, sillä se on vaatinut valmisteluaikaa ja yleisanestesian liikeartefaktujen minimoimiseksi. Uusia tuulia on kuitenkin luvassa. Oliveira ym. (2011) testasivat tutkimuksessaan VetMouseTrapTM (University of Illinois, Urbana, IL) -nimistä apuvälinettä kissojen keuhkojen CT-kuvauksessa ja saivat kaikista tutkimukseen osallistuneista 54 kissasta riittävän laadukkaat tulkintakelpoiset kuvat ilman anestesiaa. VetMouseTrapTM on muovinen läpinäkyvä sylinterimäinen laatikko, jonka sisällä kissa tai pieni koira on rinnan päällä kuvauksen ajan. Eläin ei mahdu kääntymään laatikossa. Laatikkoon voidaan kiinnittää lisähapen lähde ja siinä on portti myös infuusioletkuille. VetMouseTrapTM -kuvauslaatikkoja on käytössä myös Suomessa.

2.4 Hoito ja ennuste

Ilmarinnan hoidon tarkoitus on ensisijaisesti pelastaa eläimen henki, mahdollistaa keuhkojen riittävä toiminta kaasujenvaihdossa ja sen jälkeen estää ilmarinnan uusiutuminen selvittämällä ja hoitamalla ilmarinnan aiheuttaja (Kramek ja Caywood 1987, Pawloski ja Broaddus 2010, Sigrist 2011). Potilaan toipumisennusteeseen vaikuttaa eniten ilmarinnan syy (Pawloski ja Broaddus 2010).

2.4.1. Ensiapu

Esitietojen ja yleistutkimuksen perusteella aloitetaan potilaan stabilointi pitämällä se levossa ja antamalla lisähappea (Lipscomb ym. 2003). Lisähapen antoon voidaan käyttää esimerkiksi happikaappia, happikauluria, sierainhappea tai lyhytaikaisesti happimaskia (Tseng ja Waddell 2000). Myös ohivirtaushappilisää (flow by) voidaan käyttää, jos eläin stressaantuu liikaa muista hapenantotavoista. Hengitysvaikeutta aiheuttava ilmamäärä pleuraontelossa poistetaan torakosenteesillä eli rintaontelopistolla tarvittaessa ennen muita toimenpiteitä ja suonensisäisellä nestehoidolla pyritään korjaamaan mahdollista sokkitilaa (Lipscomb ym. 2003). Jänniteilmarinnan tärkein ensiapu on välittömästi

tehtävä ilman poisto pleuraontelosta, mikä voidaan hätätapauksessa suorittaa tekemällä pieni viilto rintaontelon seinämän läpi (Tseng ja Waddell 2000). Mikäli potilaalla on traumaperäinen avoin ilmarinta, peitetään rintakehän ja kaulan alueen vauriokohdat steriileillä ilmaa läpäisemättömillä siteillä ja torakosenteesi suoritetaan välittömästi pleuraonteloon vuotaneen ilman poistamiseksi (Pawloski ja Broaddus 2010). Jos ilmaa kertyy pleuraonteloon jatkuvasti, eikä torakosenteesi riitä sen poistamiseen, asetetaan eläimelle pleuraimu (Puerto ym. 2002). Ensiapuun kuuluu myös tarvittaessa kipulääkitys ja/tai lievä sedaatio, jos potilas on kivulias ja stressaantunut (Sigrist ym. 2011). Sigrist ym (2004) totesivat tutkimuksessaan traumapotilaiden hengitystiheydessä merkittävän laskun kivunlievityksen jälkeen erityisesti kissoilla. Tutkimuksessa kivunlievitykseen käytettiin opioideja. Ensiavun jälkeen jatketaan taudinkuvan diagnosointia ja hoitoa potilaan tilanteeseen sopivilla menetelmillä. Potilas on kuitenkin pidettävä jatkuvan tarkkailun alla, levossa ja lisähapella niin tutkimuksissa kuin niiden välissäkin (Tseng ja Waddell 2000).

2.4.1.1 Torakosenteesi

Torakosenteesi suoritetaan pistämällä neula tai perhoskanyyli potilaan ihon, kylkiväliilihasten ja pleuran läpi pleuraonteloon 7.-8. tai 8.-9 kylkiluuvälistä rintakehän yläkolmanneksen alaosasta tai juuri kylkiluurustoliitoksen yläpuolelta varoen kylkiluiden kaudaalipuolella kulkevia verisuonia ja hermoja (Macintire ym. 2006, Pawloski ja Broaddus 2010). Sopiva neulakoko on 20-22 g (Pawloski ja Broaddus 2010) tai 18-20 g, jos pleuraontelossa oletetaan olevan myös nestettä (Macintire ym. 2006). Muut tarvittavat välineet ovat jatkoletku, kolmitiehana ja riittävän iso ruisku. Potilasta ei rauhoiteta, se voi seistä tai maata rinnan päällä, sille annetaan lisähapetta ja pistokohta valmistellaan karvojen ajolla ja ihon desinfioinnilla. Neula liitetään tiiviisti jatkoletkulla kolmitiehanaan ja hana ruiskuun. Kolmas kolmitiehanan portti on oltava suljettu. Neula työnnetään rintaontelon seinämän läpi kohtisuoraan kärki edellä, kunnes kärki on pleuraontelossa. Tämän huomaa vastustuksen katoamisesta (Macintire ym. 2006). Tämän jälkeen neula käännetään rintaontelon seinämän suuntaiseksi, jotta ei raavita keuhkoa. Avustaja imee ruiskulla ilmaa pleuraontelosta ja neulankäyttäjä pitää neulan tukevasti paikoillaan (Macintire ym. 2006). Mikäli pleuraontelossa on enemmän kuin yksi ruiskullinen ilmaa, ruisku tyhjenetään kolmitiehanan kautta sulkemalla neulan suuntaan oleva portti ja avaamalla vapaa portti. Ruisku työnnetään tyhjäksi, kolmitiehanan vapaa

portti suljetaan, neulanpuoleinen portti avataan ja ilman imemistä pleuraontelosta jatketaan, kunnes saavutetaan negatiivinen paine pleuraonteloon eli ilmaa ei enää tule (Pawloski ja Broaddus 2010). Torakosenteesi tehdään molemmilta kyljiltä, ellei ole etukäteen tiedossa, että kyseessä on toispuoleinen ilmarinta. Torakosenteesin pitäisi onnistuessaan välittömästi helpottaa potilaan hengitystä, mikäli kyseessä on ilmarinnasta johtuva hengitysvaikeus (Macintire ym. 2006). Jos negatiivista painetta pleuraontelossa ei saavuteta ollenkaan, voi kyseessä olla jänniteilmarinta tai jatkuva ilmanvuoto pleuraonteloon avoimesta haavasta (Tseng ja Waddel 2000).

2.4.1.2 Pleuraimu

Pleuraimu tulee asettaa ilmarintapotilaalle, jonka pleuraontelo täyttyy ilmalla edelleen torakosenteeseistä huolimatta. Myös rintaontelokirurgian jälkeen pleuraimu yleensä asennetaan, mutta Tillson (2015) ei katsausartikkelissaan nähnyt siihen tarvetta kuin silloin, kun ilman tai nesteen kertyminen pleuraonteloon on edelleen toimenpiteen jälkeenkin odotettavissa. Pleuraimu asetetaan eläimelle paikallispuudutuksessa tai yleisanestesiassa toiselle tai molemmille kyljille tarpeen mukaan. Ennen asennusta eläimen kylki valmistellaan aseptisesti ja liinoitetaan (Pawloski ja Broaddus 2010). Tarvittavat välineet ovat pleuraimu-pakkaus, riittävän iso ruisku sekä teräväkärkinen skalpelli, ompeluvälineet, ompelulankaa ja lidokaiinia (Valtolina ja Adamantose 2009). Iho puudutetaan tarvittaessa pienellä määrällä lidokaiinia ja ihoon tehdään pieni viilto 7.-8. tai 8.-9. kylkiluuväliin dorsaaliseen yläkolmannekseen (Valtolina ja Adamantose 2009). Reiästä työnnetään pleuraonteloon pleuraimuun kuuluva kanyyli. Kanyylin läpi pleuraonteloon viedään ohjausvaijeri. Kun vaijeri on riittävän syvällä pleuraontelossa, kanyyli otetaan pois. Vaijeri ohjataan kranioventraalisuuntaan rintaontelossa. Vaijeria pitkin työnnetään pleuraimu paikoilleen pleuraonteloon ja vaijeri vedetään pois (Valtolina ja Adamantose 2009). Pleuraimu suljetaan korkilla ja ilma rintaontelosta tyhjennetään aspiroimalla ruiskulla pleuraimun kautta. Tämän jälkeen pleuraimu ommellaan paikoilleen ihoon. Päälle laitetaan side suojaamaan imua (Valtolina ja Adamantose 2009). Potilasta, jolla on pleuraimu, on valvottava tarkasti, sillä eläin ei saa päästä repimään imua. Kaulurin käyttö on suositeltavaa. Pleuraimuletkun siirtyminen tai vuotaminen voi johtaa ilmarinnan vakavaan vaikeutumiseen. Pleuraimuletku voi myös tukkeutua. Komplikaatioriskien vuoksi pleuraimu on poistettava heti, kun sille ei enää ole tarvetta (Tillson 2015).

Pleuraimun sijasta voidaan käyttää myös ihon alle kylkikaaren kaudaalireunan lähelle asennettavaa pysyvää pleuraimuporttia. Tillson (2015) mainitsi sen artikkelissaan hyväksi vaihtoehdoksi silloin, kun pleuraimulle on pitkäaikaista tarvetta. Ihon alla suojassa oleva portti on helposti löydettävissä ja käytettävissä, eikä sen käyttö edellytä potilaan ympärivuorokautista valvontaa. Porttia on myös käytetty vaihtelevin tuloksin spontaanin ilmarinnan hoidossa koiralla, kun leikkaushoito ei ole ollut mahdollista (Cahalane ja Flanders 2012).

2.4.2 Torakoskopia

Torakoskopia eli rintaontelon tähystystutkimus suoritetaan yleisanestesiassa ja siinä voidaan käyttää samoja välineitä ja tekniikoita kuin laparoskopiassakin (McCarthy 1999). Potilas voi olla toimenpiteen ajan kyljellään, jolloin voidaan tutkia koko ylemmän puolen pleuraontelo tai selällään, jolloin miekkalisäkkeen tasolta lateraalisesti päästään tutkimaan pleuraontelo molemmin puolin ihan dorsaalisimpia osia lukuunottamatta (McCarthy 1999, Brissot ym. 2003). Torakoskopian aikana potilaalle aiheutetaan osittainen ilmarinta päästämällä ilmaa vuotamaan instrumenttiporteista, jotta pleuraonteloon saadaan tilaa ja parempi näkyvyys. Potilaan keuhkoja ei kuitenkaan päästetä kokonaan painumaan kasaan, vaan paine pidetään yllä positiivisella paineella ventiloimalla. Mahdollista vuotopaikkaa voidaan etsiä täyttämällä pleuraontelo lämpimällä fysiologisella keittosuolaliuoksella ja seuraamalla ilmakuplien nousua vuotokohdasta. Toimenpiteen jälkeen vapaa ilma ja neste imetään pleuraontelosta pois. Torakoskopian avulla voidaan paitsi visuaalisesti tarkastella pleuraonteloa, myös ottaa tarvittavia näytteitä, kuten koepaloja, ohutneulanäytteitä, bakteriologisia näytteitä ja effuusionestettä taudinkuvan selvittämiseksi (McCarthy 1999, Brissot ym. 2003). Torakoskopialla voidaan myös tehdä ilmarinnan korjaavia toimenpiteitä, kuten osittainen keuhkolohkonpoisto koiralla (Brissot ym. 2003). Torakoskopian etuja torakotomiaan verrattuna ovat nopeampi toimenpideaika, parempi näkyvyys tutkitulla alueella ja nopeampi ja kivuttomampi toipuminen (McCarthy 1999, Brissot ym. 2003). Torakoskopiaan ryhdyttäessä on kuitenkin aina varmistettava mahdollisuus avoleikkaukseen siirtymiseen, mikäli komplikaatioita esiintyy tai aiottua toimenpidettä ei voidakaan syystä tai toisesta tähystäen tehdä (Radlinsky 2009).

2.4.3 Torakotomia

Torakotomia tarkoittaa rintaontelon avausleikkausta. Se voidaan suorittaa joko keskilinjasta halkaisemalla rintalasta potilaan ollessa selällään tai sopivasta kylkiluuvälistä potilaan ollessa kyljellään. Leikkaus suoritetaan yleisanestesiassa ja potilasta ventiloidaan käsin tai ventilaattorilla koko toimenpiteen ajan. Potilaan asento ja leikkauksen viiltokohta valitaan sen mukaan, missä korjattava vuotokohta on. Mikäli vuotokohtaa ei tiedetä tarkasti tai niitä on useita, on keskilinjasta suoritettu leikkaus parempi valinta (Puerto ym. 2002, Lipscomb ym. 2003, Tillson 2015). Silloin voidaan tutkia ja hoitaa molemmat rintaontelon puoliskot samasta haavasta tarvitsematta muuttaa potilaan asentoa leikkauksen aikana. Vuotokohtia voidaan etsiä samoin kuin tähystysleikkauksessa keittosuolaliuoksen avulla (Lipscomb ym. 2003). Vuotava keuhkolohko poistetaan joko kokonaan tai osittain (Lipscomb ym. 2003). Torakotomian aikana voidaan myös ottaa tarvittavia näytteitä rintaontelosta taudinaiheuttajan diagnosoimiseksi (Tillson 2015). Ennen rintaontelon sulkua varmistetaan vielä keittosuolaliuoksella, ettei ilmavuoja enää ole (Tillson 2015). Torakotomian etu torakoskopiaan verrattuna on, että se voidaan usein suorittaa niillä välineillä, mitä tavallisessa hyvin varustellussa leikkaussalissa on ilman kalliita tähystininvestointeja (Tillson 2015).

2.4.4 Hoitomuodon valinta ja ennuste

Ilmarintapotilaan ennusteeseen ja hoitomuodon valintaan vaikuttaa eniten ilmarinnan syy. Spontaania ilmarintaa sairastavilla koirilla kirurginen hoito on suositelluin vaihtoehto koiran ennusteen kannalta, jos ilmarinnan oletetaan johtuvan bullien tai blebien repeämisestä tai paikallisesta kasvainsairaudesta (Puerto ym. 2002, Lipscomb ym. 2003). Puerton ym. (2002) tutkimuksessa kirurgisesti hoidetuilla koirilla ilmarinnan uusiutumisprosentti oli 3 (1/30), kun konservatiivisesti hoidetuilla se oli 50 (6/12). Samoin kirurgisesti hoidettujen koirien kuolleisuus oli merkittävästi pienempi konservatiivisesti hoidettuihin verrattuna. Sen sijaan leikkaushoitoa ei suositella ensisijaisena hoitomuotona koirille, jos ilmarinnan aiheuttajadiagnoosiksi voidaan varmistaa loistartunta, tulehdus tai muu lääkkeellisesti hoidettavissa oleva tila (Puerto ym. 2002). Tällöin ilmarinta hoidetaan konservatiivisesti ja uusiutuminen yritetään estää

hoitamalla alla oleva syy. Kirurginen hoito voi kuitenkin olla tarpeen, mikäli ilman kertyminen pleuraonteloon on jatkuvaa (Oliveira ym. 2010).

Kissoilla spontaanin ilmarinnan hoito ja ennuste riippuu täysin aiheuttajadiagnoosista. Cooper ym. (2003) totesivat astmaperäisen ilmarinnan lyhytaikaisen ennusteen varsin hyväksi, vaikka kissoilla oli ollut vakavia hengitysvaikeuksia hoitoon tuotaessa. Ensiavun ja stabiloinnin jälkeen valitaan sopiva hoitoprotokolla aiheuttajan ja kissan oireiden perusteella (Mooney ym. 2012). Leikkaushoito ei ole kissoilla automaattisesti spontaanin ilmarinnan suositelluin hoitomuoto juuri etiologian runsasmuotoisuuden vuoksi (Mooney ym. 2012). Kissoillakin kirurgia voi kuitenkin olla parantava hoito, jos ilmarinnan aiheuttanut vuotokohta on paikallinen ja muutos on mahdollista poistaa leikkauksella (Liu ja Silverstein 2014).

Traumaperäisten ilmarintojen hoito riippuu ilmarinnan vakavuudesta ja eläimen muista mahdollisista samanaikaisesti kärsimistä vammoista. Avoin traumaperäinen ilmarinta on indikaatio torakotomialle (Scheepens ym. 2006). Varsinkin purema- ja ampumavammojen vakavuutta voi olla vaikea päätellä röntgenkuvien perusteella (Scheepens ym. 2006, Rissedala ym. 2008) ja vaurioalueiden kontaminaationkin takia perusteellinen eksploratiivinen torakotomia ja vaurioalueiden puhdistus kirurgisesti ja huuhtelemalla on tarpeen (Scheepens ym. 2006). Suljetun traumaattisen ilmarinnan hoidoksi voi riittää ilman poisto pleuraontelosta torakosenteesillä tai tarvittaessa pleuraimulla ja eläimen pitäminen levossa, kunnes vuotokohta umpeutuu normaalin kudosten paranemisprosessin myötä (Pawloski ja Broaddus 2010). Usein lievät suljetut ilmarintatapaukset paranevat itsestään herakalvon absorboidessa vapaan kaasun pleuraontelosta (Pawloski ja Broaddus 2010). Zekasin ym. (2005) tutkimuksessa yksikään ilmarinnan näytteenoton yhteydessä saanut potilas ei tarvinnut hoitoa ilmarinnan takia.

3 POHDINTA

Ilmarinnan mahdollisuutta on osattava epäillä aina traumapotilaan kohdalla. Sigrist ym. (2004) totesivat tutkimuksessaan kissoista ja koirista, jotka olivat saaneet iskuvammoja liikenneonnettomuudessa tai pudotessaan, että 72 %:lla potilaista, joilla ei ollut mitään muita vammoja, oli kuitenkin rintaontelovaurio. Hengitysvaikeudesta kärsivän potilaan tapauksessa ilman tietoa edeltävästä traumastakin on muistettava ilmarinta vaihtoehtona ja osattava reagoida siihen tarvittaessa nopeasti.

Ilmarinnan diagnosointiin akuuttitilanteessa esimerkiksi kunnaneläinlääkärin vastaanotolla riittää usein esitietojen ja yleistutkimuslöydösten, erityisesti auskultaatiotulosten, perusteella tehty valistunut arvaus, joka voidaan vahvistaa torakosenteesillä. Ultraäänitutkimuksella saadaan jo enemmän tietoa ilmarinnan vakavuudesta ja mahdollisesta aiheuttajasta ja laitteitakin alkaa olla useimmilla vastaanotoilla Suomessa. Ilmarinnan poissulkeminen sen sijaan ei ole niin yksinkertaista, vaikkakin mahdollista kokeneelle ultraajalle. Lievät traumaattiset ilmarinnat eivät onneksi välttämättä aiheuta eläimelle sen suurempaa haittaa ja paranevat usein jopa itseksensä, kun vuotoaukko umpeutuu kudosten normaalin paranemisprosessin myötä ja vähäinen määrä ilmaa imeytyy herakalvon imusuoniston ja hiussuonten kautta verenkiertoon.

Ilmarinta koirilla ja kissoilla on pääsääntöisesti oire, ei sairaus itsessään, joten sen etiologian selvittäminen on ensiarvoisen tärkeää eläimen tulevaisuuden ja ennusteen kannalta. Pelkän oireen eli pleuraontelossa olevan vapaan ilman poisto riittää hyvin harvoissa tapauksissa parantamaan eläimen, mutta toisaalta oire häviää alkuperäisen syyn poistuessa. Siispä vakavan tai persistoivan/uusivan ilmarinnan tapauksessa pidemmälle menevä diagnostiikka on tarpeen, jotta taustasy sadaan selvitettyä ja hoidettua. Traumaperäistä ilmarintaa sairastavalla eläimellä voi olla trauman tyypistä riippuen myös muita vammoja, kuten verenvuotoa, murtuneita luita tai rikkoutuneita pehmytkudoksia, joiden todentaminen ja hoito voi vaatia ensiavun jälkeistä remittoimista joka tapauksessa. CT-kuvausta ei kuitenkaan ole Suomessa tarjolla kuin muutamilla klinikoilla ja eläinsairaaloilla, joten siihen ei aina ole mahdollisuutta. Myös omistajan toiveet ja taloudellinen tilanne voivat rajoittaa diagnosointi- ja hoitomahdollisuuksia.

Kissojen spontaanin ilmarinnan taustalla oleva syy on useammin lääkkeellisin keinon hoidettavissa kuin koirilla. Siispä kissan kohdalla kannattaa yrittää päästä mahdollisimman osuvaan diagnoosiin käytössä olevilla resursseilla ja tarvittaessa tehdä hoitokokeilu, jos kissan yleisvointi sen sallii. Koirien spontaanin ilmarinnan hoito sen sijaan on yleisimmin kirurgiaa vaativaa, koska taustalla on todennäköisimmin revenneitä bullia tai blebejä. Eksploratiivinen torakotomia voidaan tarvittaessa tehdä ilman tarkempaa aiheuttajadiagnoosiakin. Samalla leikkauksella voidaan korjata vuotokohdat ja ottaa näytteitä mahdollisen syyn selvittämiseksi. Kuitenkin mahdollisimman tarkalla diagnoosilla ilmarinnan aiheuttajasta voidaan tehdä luotettavimpia päätöksiä oikeasta hoitomuodosta ja ennusteesta ja mahdollisesti säästää eläintä lisäkärsimyksiltä ja omistajaa kustannuksilta.

4 LÄHTEET

Au JJ, Weisman DL, Stefanacci JD, Palmisano MP. Use of computed tomography for evaluation of lung lesions associated with spontaneous pneumothorax in dogs: 12 cases (1999–2002). *J Am Vet Med Assoc* 2006, 228: 733-737.

Barrs VR, Swinney GR, Martin P, Nicoll RG. Concurrent *Aelurostrongylus abstrusus* infection and salmonellosis in a kitten. *Aust Vet J* 1999, 77: 229-232.

Boudreau B, Nelson LL, Carey SA, Williams KJ. Spontaneous pneumothorax secondary to reactive bronchopneumopathy in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 2013, 242: 658-662.

Boysen SR, Lisciandro GR. The use of ultrasound for dogs and cats in the emergency room. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2013, 43: 773-797.

Brissot HN, Dupre GP, Bouvy BM, Paquet L. Thoracoscopic treatment of bullous emphysema in 3 dogs. *Veterinary Surgery* 2003, 32: 524-529.

Cahalane AK, Flanders JA. Use of pleural access ports for treatment of recurrent pneumothorax in two dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2012, 241: 467-471.

Cooper ES, Syring RS, King LG. Pneumothorax in cats with a clinical diagnosis of feline asthma: 5 cases (1990-2000). *J Vet Emerg Crit Care* 2003, 13: 95-101.

Dancer SC, Le Roux C, Fosgate GT, Kirberger RM. Radiography is less sensitive relative to CT for detecting thoracic radiographic changes in dogs affected by blunt trauma secondary to a motor vehicle accident. *Vet Radiol Ultrasound* 2019, 60: 648-658.

Giordano P, Kirby B, Bennett R, Bernard F. Tension pneumothorax secondary to nasojejunal feeding tube misplacement in a mechanically ventilated dog. *Aust Vet J* 2014, 92: 400-404.

Gladden J. Iatrogenic pneumothorax associated with inadvertent intrapleural NGT misplacement in two dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 2013, 49: e1-e6.

Hamlin RL. Physical examination of the pulmonary system. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2000, 30: 1175-1185.

Kramek BA, Caywood DD. Pneumothorax. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1987, 17: 285-300.

König HE, Liebich HG. Body cavities. Teoksessa: König HE, Liebich HG (toim.) *Veterinary anatomy of domestic mammals. 1. painos.* Schattauer GmbH, Stuttgart, Saksa 2004: 263-276.

Lipscomb VJ, Hardie RJ, Dubielzig RR. Spontaneous pneumothorax caused by pulmonary blebs and bullae in 12 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 2003, 39: 435-445.

Lisciandro GR, Lagutchik MS, Mann KA, Voges AK, Fosgate GT, Tiller EG, Cabano NC, Bauer LD, Book BP. Evaluation of a thoracic focused assessment with sonography for trauma (TFAST) protocol to detect pneumothorax and concurrent thoracic injury in 145 traumatized dogs. *J Vet Emerg Crit Care* 2008, 18: 258-269.

Lisciandro GR. Abdominal and thoracic focused assessment with sonography for trauma, triage, and monitoring in small animals. *J Vet Emerg Crit Care* 2011, 21: 104-122.

Liu DT, Silverstein DC. Feline secondary spontaneous pneumothorax: A retrospective study of 16 cases (2000-2012). *J Vet Emerg Crit Care* 2014, 24: 316-325.

López A. Respiratory system, mediastinum and pleurae. Teoksessa: Zachary JF, McGavin MD (toim.) *Pathologic basis of veterinary disease. 4. painos.* Elsevier, St. Louis, Missouri, Yhdysvallat 2007: 463-558.

Lynch KC, Oliveira CR, Matheson JS, Mitchell MA, O'Brien RT. Detection of pneumothorax and pleural effusion with horizontal beam radiography. *Vet Radiol Ultrasound* 2011, 53: 38-43.

Macintire DK, Drobatz KJ, Haskins SC, Saxon WD. Manual of small animal emergency and critical care medicine. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, Yhdysvallat 2006: 128-159.

McCarthy TC. Diagnostic Thoracoscopy. *Clin Tech Small Anim Pract* 1999, 14: 213-219.

Milne ME, McCowan C, Landon BP. Spontaneous feline pneumothorax caused by ruptured pulmonary bullae associated with possible bronchopulmonary dysplasia. *J Am Anim Hosp Assoc* 2010, 46: 138-142.

Minihan AC, Berg J, Evans KL. Chronic diaphragmatic hernia in 34 dogs and 16 cats. *J Am Anim Hosp Assoc* 2004, 40: 51-63.

Mitchell SL, McCarthy R, Rudloff E, Pernell RT. Tracheal rupture associated with intubation in cats: 20 cases (1996-1998). *J Am Vet Med Assoc* 2000, 216: 1592-1595.

Mooney ET, Rozanski EA, King RG, Sharp CR. Spontaneous pneumothorax in 35 cats (2001-2010). *J Feline Med Surg* 2012, 14: 384-391.

Oliveira C, Rademacher N, David A, Vasanjee S, Gaschen L. Spontaneous pneumothorax in a dog secondary to *Dirofilaria immitis* infection. *J Vet Diagn Invest* 2010, 22: 991-994.

Oliveira CR, Mitchell MA, O'Brien RT. Thoracic computed tomography in feline patients without use of chemical restraint. *Vet Radiol Ultrasound* 2011, 52: 368-376.

Parry A, Lamb C. Radiology of thoracic trauma in the dog and cat. *In Practice* 2010, 32: 238-246.

- Pawloski DR, Broaddus KD. Pneumothorax: a review. *J Am Anim Hosp Assoc* 2010, 46: 385-397.
- Pechman RD. Pulmonary paragonimiasis in dogs and cats: a review. *J Small Anim Pract* 1980, 21: 87-95.
- Puerto DA, Brockman DJ, Lindquist C, Drobatz K. Surgical and nonsurgical management of and selected risk factors for spontaneous pneumothorax in dogs: 64 cases (1986-1999). *J Am Vet Med Assoc* 2002, 220: 1670-1674.
- Radlinsky MG. Complications and need for conversion from thoracoscopy to thoracotomy in small animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2009, 39: 977-984.
- Reetz JA, Caceres AV, Suran JN, Oura TJ, Zwingenberger AL, Mai W. Sensitivity, positive predictive value, and interobserver variability of computed tomography in the diagnosis of bullae associated with spontaneous pneumothorax in dogs: 19 cases (2003-2012). *J Am Vet Med Assoc* 2013, 243: 244-251.
- Risselada M, de Rooster H, Taeymans O, van Bree H. Penetrating injuries in dogs and cats, a study of 16 cases. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008, 21: 434-439.
- Scheepens ETF, Peeters ME, L'Eplattenier HF, Kirpensteijn J. Thoracic bite trauma in dogs: a comparison of clinical and radiological parameters with surgical results. *J Small Anim Pract* 2006, 47: 721-726.
- Sigrist NE, Doherr MG, Spreng DE. Clinical findings and diagnostic value of posttraumatic thoracic radiographs in dogs and cats with blunt trauma. *J Vet Emerg Crit Care* 2004, 14: 259-268.
- Sigrist NE, Adamik KN, Doherr MG, Spreng DE. Evaluation of respiratory parameters at presentation as clinical indicators of the respiratory localization in dogs and cats with respiratory distress. *J Vet Emerg Crit Care* 2011, 21: 13-23.

Smith JW, Scott-Moncrieff JC, Rivers BJ. Pneumothorax secondary to *Dirofilaria immitis* infection in two cats. *J Am Vet Med Assoc* 1998, 213: 91-93.

Tillson DM. Thoracic surgery; Important considerations and practical steps. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2015, 45: 489-506.

Tseng LW, Waddell LS. Approach to the patient in respiratory distress. *Clin Tech Small Anim Pract* 2000, 15: 53-62.

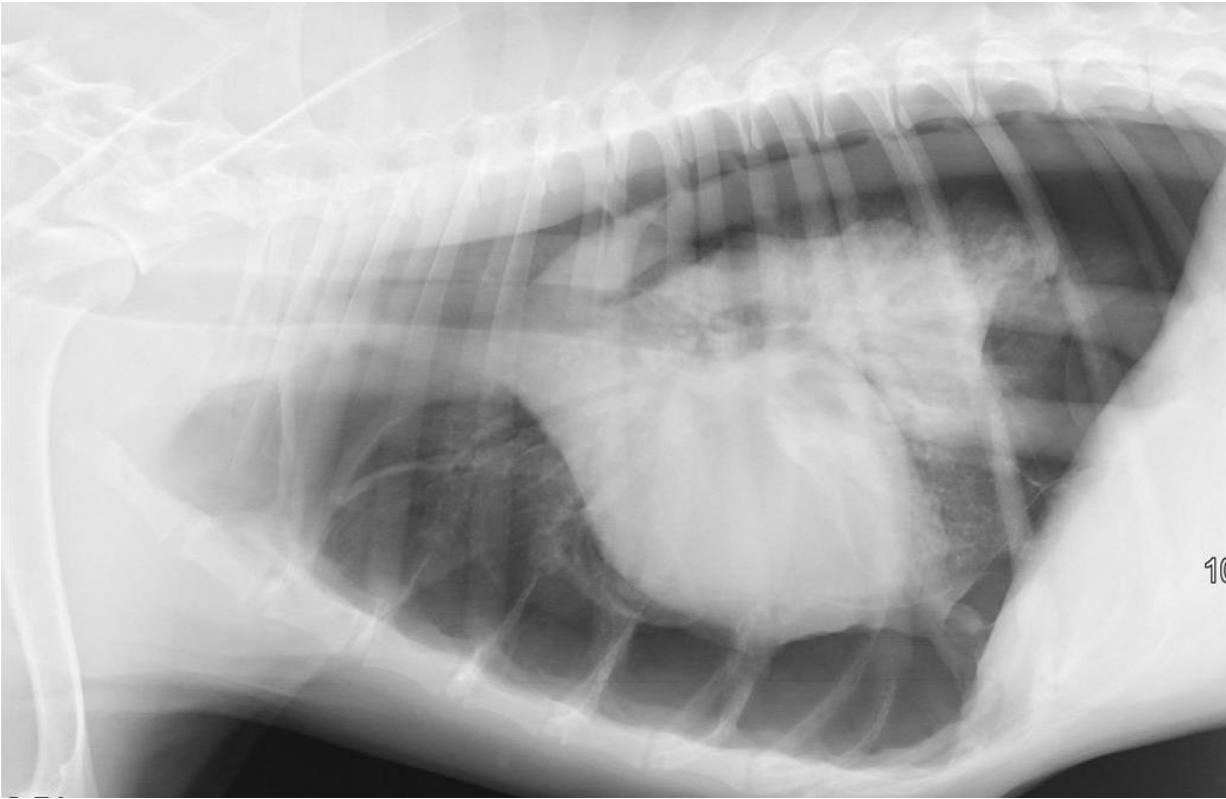
Valtolina C, Adamantose S. Valuation of small-bore wire-guided chest drains for management of pleural space disease. *J Small Anim Pract* 2009, 50: 290-297.

Walters AM, O'Brien MA, Selmic LE, Hartman S, McMichael M, O'Brien RT. Evaluation of the agreement between focused assessment with sonography for trauma (AFAST/TFAST) and computed tomography in dogs and cats with recent trauma. *J Vet Emerg Crit Care* 2018, 28: 429-435.

Zambelli AB. Pneumomediastinum, pneumothorax and pneumoretroperitoneum following endoscopic retrieval of a tracheal foreign body from a cat. *J S Afr Vet Assoc* 2006, 77: 45-50.

Zekas LJ, Crawford JT, O'Brien RT. Computed tomography-guided fine-needle aspirate and tissue-core biopsy of intrathoracic lesions in thirty dogs and cats. *Vet Radiol Ultrasound* 2005, 46: 200-204.

Liite 1



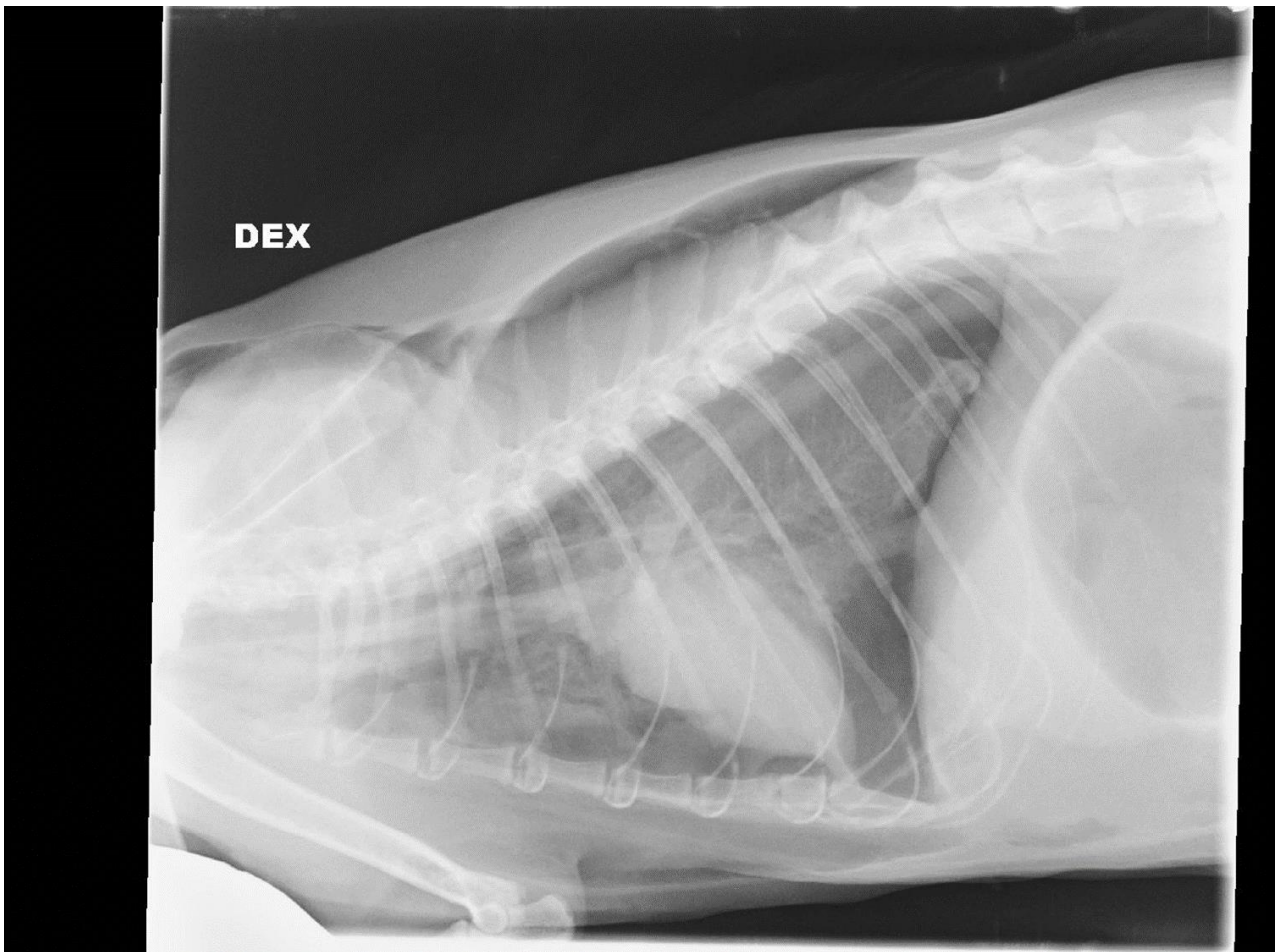
Kuva 1. Lateraalisuunnassa otettu röntgenkuva koirasta, jolla on jänniteilmarinta. Pleuraontelossa oleva ilma parantaa rintaontelon elinten erottuvuutta lisäämällä kontrastia kuvassa. Sydämen varjo on noussut irti rintalastasta ja kasaan painunut ilmaton keuhko näkyy vaaleana tummaa taustaa vasten.

Kuva: Yliopistollinen pieneläinsairaala, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto



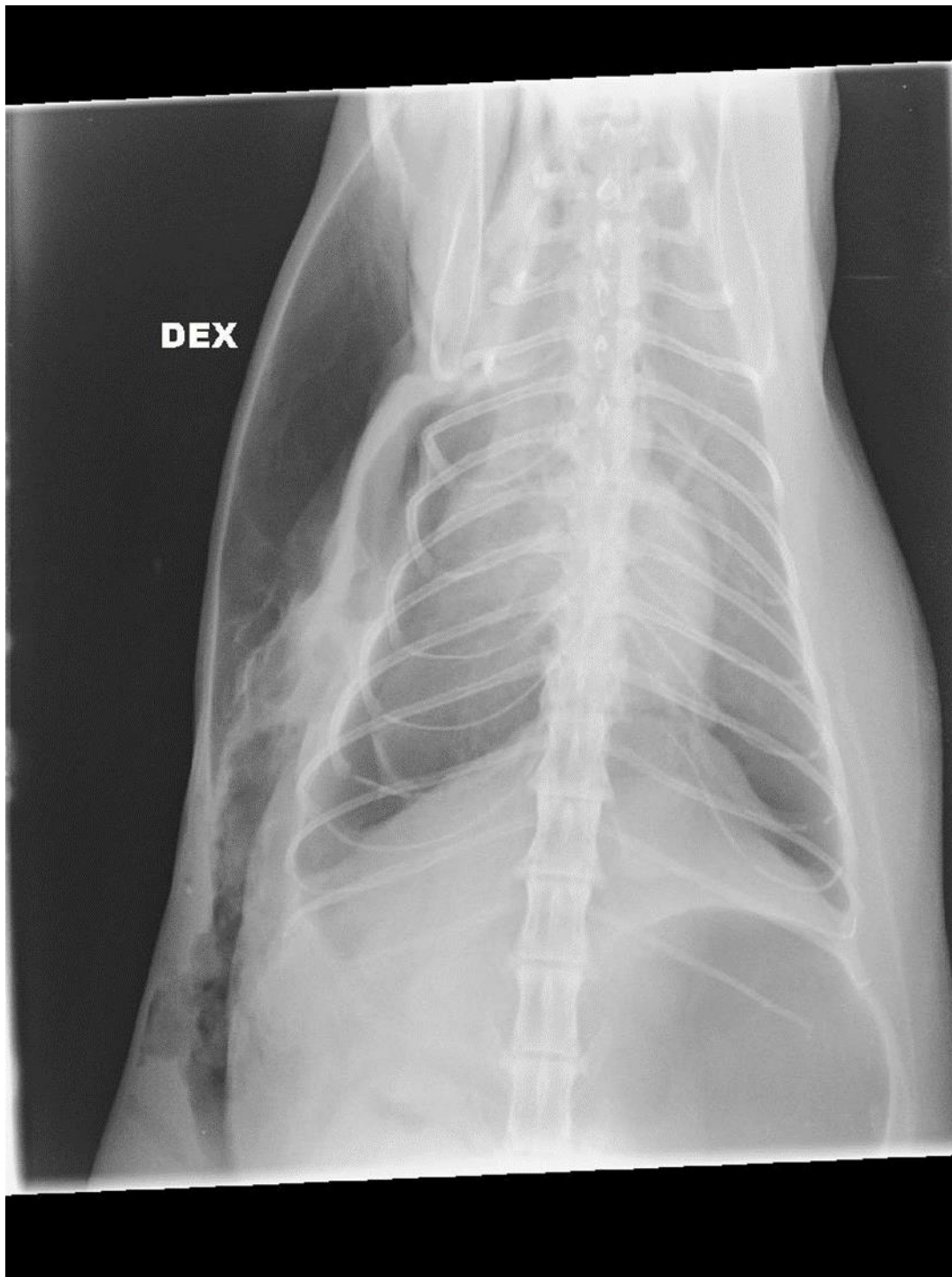
Kuva 2. Dorsoventraalisuunnassa otettu röntgenkuva samasta koirasta kuin kuvassa 1

Kuva: Yliopistollinen pieneläinsairaala, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto



Kuva 3. Lateraalisuunnassa otettu röntgenkuva kissasta, jolla on traumaattinen ilmarinta. Kissa makaa kuvassa vasemmalla kyljellään. Pleuraontelossa olevan ilman lisäksi myös kissan ihon alla on nähtävissä huomattava määrä ilmaa.

Kuva: Yliopistollinen pieneläinsairaala, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto



Kuva 4. Dorsoventraalisuunnassa otettu röntgenkuva samasta kissasta kuin kuvassa 3.

Kuva: Yliopistollinen pieneläinsairaala, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto